

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, sebuah metode penelitian yang bersumber dari filsafat positivisme (Maksimović et al., 2023). Metode ini dianggap ilmiah karena sesuai dengan kaidah ilmiah secara nyata atau empiris, obyektif, terukur, rasional, dan sistematis. Pendekatan kuantitatif berfokus pada analisis data numerik (angka) yang kemudian dianalisis menggunakan metode statistik yang tepat (Sugiyono, 2017). Pendekatan kuantitatif dimaksudkan untuk menghitung jumlah biomassa, cadangan karbon, dan penyerapan CO₂ mangrove, serta untuk mencari korelasi antara kerapatan vegetasi mangrove dengan jumlah biomassa, cadangan karbon, dan penyerapan CO₂ tersebut.

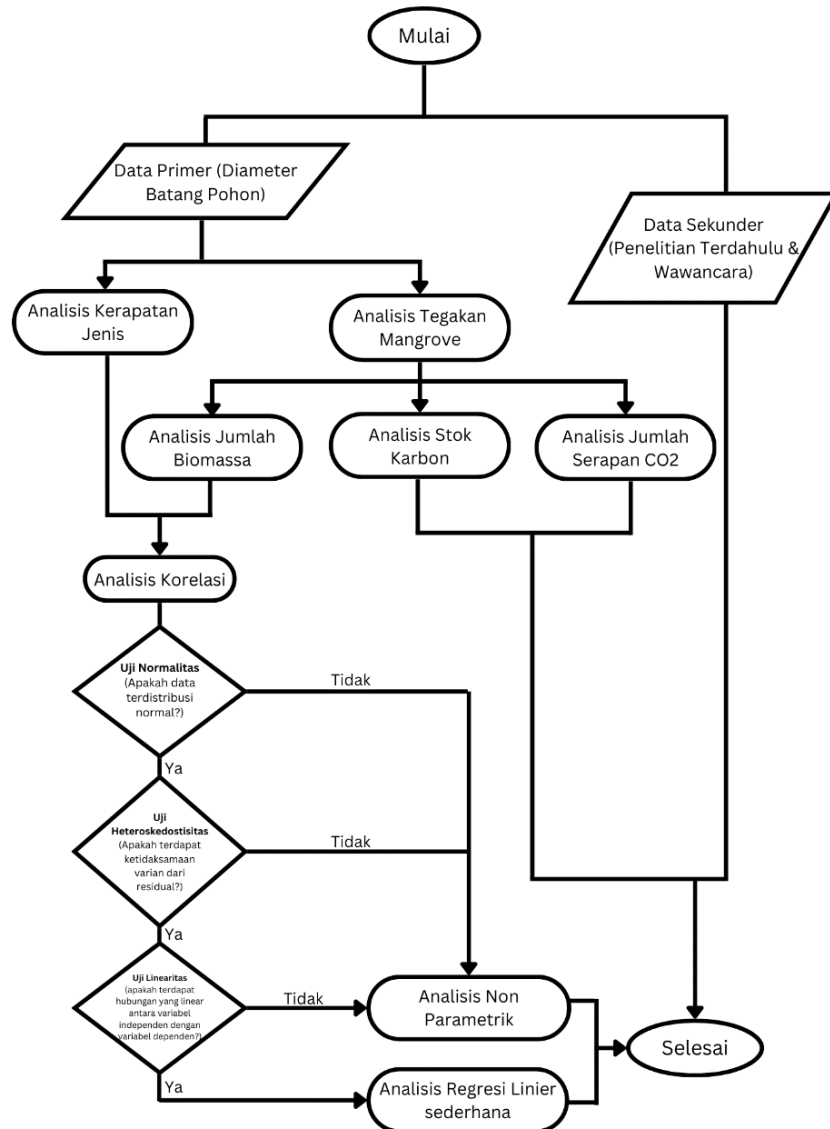
B. Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode survei dengan melakukan pengamatan dan pengambilan sampel di tempat penelitian. Metode survei digunakan untuk mengumpulkan data dan informasi tentang populasi yang besar dengan menggunakan sampel yang lebih kecil secara proporsional. Sampel mangrove dan kualitas air diambil langsung di tempat survei (Abdillah, 2016).

C. Prosedur dan Teknik Penelitian

Penelitian ini melibatkan beberapa tahapan dalam prosesnya. Tahapan pertama adalah pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya tanpa melalui perantara. Sementara itu data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada sebelumnya seperti penelitian sebelumnya atau informasi dari lembaga terkait seperti BKSDA DKI Jakarta. Setelah pengumpulan data,

proses selanjutnya melibatkan beberapa tahapan dalam pengolahan data. Tahapan-tahapan ini dapat dilihat dalam Gambar 3.1 pada penelitian ini.



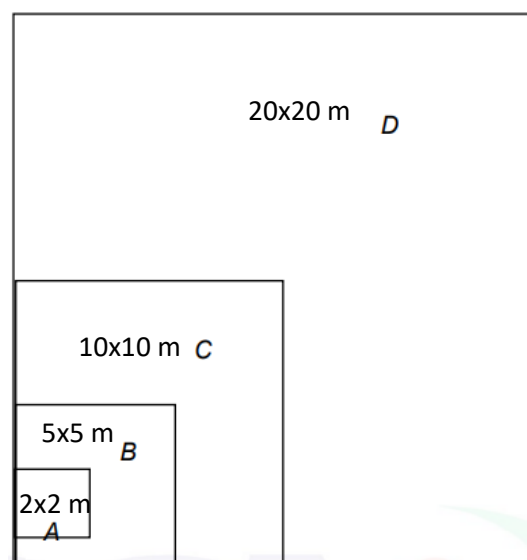
Gambar 3. 1 Tahapan-Tahapan Penelitian

1. Penentuan Lokasi Stasiun & Plot

Penentuan lokasi penelitian dilakukan melalui *purposive sampling*, di mana lokasi-lokasi penelitian dipilih dengan mempertimbangkan dan memperhatikan kondisi daerah penelitian. Pendekatan *purposive sampling* dipilih untuk memudahkan pengambilan data, dengan harapan memperoleh data yang representatif.

Keuntungan dari metode ini antara lain efisiensi waktu dan penghematan biaya. Pengambilan sampel mangrove dilakukan dengan metode transek petakan kuadran atau transect plot. Lokasi penelitian dibagi menjadi 4 stasiun yang dianggap mampu mewakili kawasan hutan mangrove di Suaka Margasatwa Muara Angke.

Setelah lokasi stasiun ditetapkan, langkah selanjutnya adalah menentukan posisi plot di lapangan, yang kemudian diikuti dengan pengumpulan data menggunakan pendekatan *non-destructive*, dengan pertimbangan jenis tanaman yang diukur memiliki rumus allometrik yang sudah diketahui. Setiap stasiun terdiri dari 3 plot yang ditempatkan dari arah laut menuju ke daratan. Pembuatan plot dalam penelitian ini mengacu pada (Badan Standarisasi Nasional, 2019). Plot memiliki bentuk, ukuran, dan jumlah yang ditetapkan berupa bujur sangkar dengan ukuran 20 meter x 20 meter (Gambar 3.2)



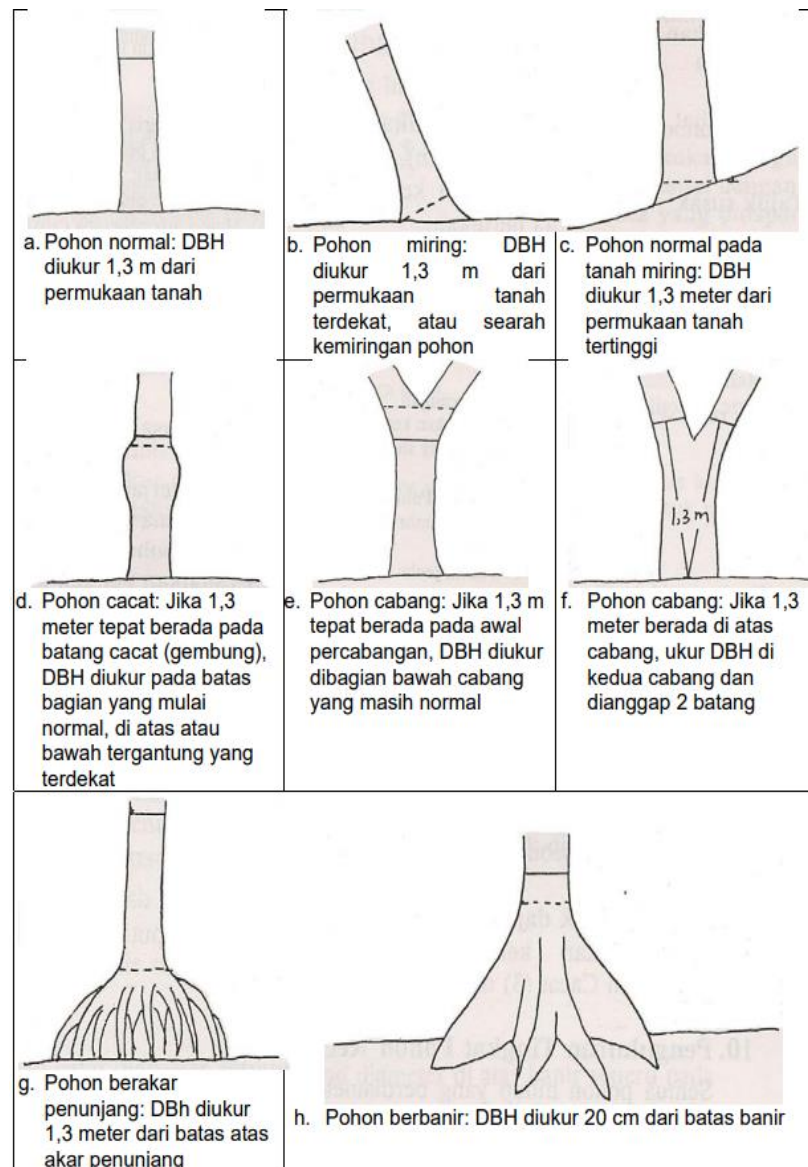
Gambar 3. 2 Bagan Plot Sampel
(SNI, 7724:2019)

Pada area A, plot memiliki ukuran 2 x 2 meter yang digunakan untuk pengambilan jenis sampel semai, serasah, dan tumbuhan bawah. Selain itu, plot A juga digunakan untuk tanaman dengan tingkat pertumbuhan semai pada vegetasi berkayu dengan diameter < 2 cm.

Area B merupakan plot dengan ukuran 5 x 5 meter yang digunakan untuk pengambilan sampel tanaman pancang dengan tingkat pertumbuhan vegetasi berkayu diameter 2 cm sampai < 10 cm. Selanjutnya, area C memiliki ukuran 10 x 10 meter dan digunakan untuk pengambilan sampel tanaman tiang dengan tingkat pertumbuhan vegetasi berkayu diameter 10 cm sampai < 20 cm. Terakhir, area D memiliki ukuran 20 x 20 meter dan digunakan untuk pengambilan sampel tanaman pohon dengan tingkat pertumbuhan vegetasi berkayu diameter \geq 20 cm. Namun, ada perbedaan sedikit dalam pengambilan sampel untuk jenis mangrove *Nypa fruticans*, di mana hanya area C yang digunakan. Teknik ini mengikuti penelitian yang dilakukan oleh Isnaeni et al. (2019), dengan menggunakan ukuran plot 10 x 10 meter untuk jenis tersebut.

2. Pengambilan Sampel

Setelah pembuatan plot, kemudian tinggi batang untuk jenis *Sonneratia caseolaris* diukur dengan menggunakan tongkat kayu berukuran 1,3 meter yang diletakkan tegak lurus dengan tanah dekat pangkal pohon yang akan diukur. Namun, dalam beberapa kondisi, pengambilan sampel dapat disesuaikan jika permukaan tanah dan bentuk pohon tidak rata, penentuan titik ukur diameter pohon dapat dilihat seperti yang tergambar pada Gambar 3.3. Namun, untuk pengukuran pada jenis mangrove *Nypa fruticans*, tidak digunakan diameter batang, melainkan diameter pelepah. Diameter pelepah dipilih karena lebih mudah diukur daripada diameter batang *Nypa fruticans*. Pengukuran diameter pelepah untuk jenis *Nypa fruticans* dilakukan sekitar 15-20 cm di atas permukaan tanah.



Gambar 3.3 Skema penentuan D dengan berbagai kondisi (SNI, 7724:2019)

Selanjutnya, pengukuran diameter melintang dilakukan dengan menggunakan pita pengukur yang dibelitkan pada batang pohon. Posisi pita pengukur harus sejajar untuk semua arah. Sehingga, data yang didapatkan adalah keliling atau lingkaran batang pohon, bukan diameternya. Data lingkaran batang ini kemudian akan diubah menjadi diameter sesuai dengan persamaan yang diberikan oleh (Bengen, 2004).

$$D = K/\pi$$

Keterangan:

D : Diameter (m)

K : Keliling (m)

π : 3.14 atau 22/7

3. Teknik Analisis Data

Prosedur pengukuran biomassa pohon dilakukan secara *non-destructive* dengan catatan bahwa rumus alometrik untuk setiap jenis tanaman yang diukur sudah diketahui. Pendekatan allometrik adalah metode pendugaan biomassa yang menggunakan hubungan matematis antara ukuran atau dimensi suatu organisme dengan berat biomassa organisme tersebut (Aabeyir et al., 2020). Hasil pengukuran diameter kemudian dianalisis menggunakan analisis pendugaan biomassa pada tegakan mangrove yang berada di atas permukaan tanah. Persamaan alometrik tersebut dapat ditemukan dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Persamaan Alometrik untuk mengukur Jumlah Biomassa

Jenis Species	Model Alometrik	Sumber
<i>Nypa fruticans</i>	$B = 0,222(DS)^{2,7048}$	(Isnaeni et al., 2019)
<i>Sonneratia caseolaris</i>	$B = 0,251 \rho (D)^{2,46}$	(Komiyama et al., 2008)

Keterangan: ρ = wood density (0.340 g/cm³), B= Biomassa (kg/m², ton/ha), D= Diameter batang (cm), DS= Diameter Pelepah (cm).

a. Kerapatan Mangrove

Kerapatan mangrove adalah ukuran yang mengindikasikan jumlah individu mangrove per satuan luas. Untuk menghitung kerapatan mangrove (*Density*), digunakan rumus yang mengacu pada (SNI 7724:2019), seperti berikut:

$$K = \frac{ni}{A}$$

Keterangan:

K : Kerapatan suatu jenis (Individu/m²)

ni : Jumlah individu

A : Luas seluruh plot (m²)

b. Cadangan Karbon Mangrove

Perhitungan simpanan karbon pada tegakan (batang) mangrove dilakukan dengan mengalikan nilai biomassa dengan fraksi karbon. Rumus yang digunakan mengacu pada (SNI 7724:2019), seperti berikut:

$$C_b = B \times \%C_{org}$$

Keterangan:

C_b : Simpanan Karbon (Kg)

B : Biomassa (Kg)

$\%C_{org}$: Nilai Persentase Kandungan Organik (0,47)

c. Serapan Gas Karbon Dioksida (CO_2)

Perhitungan serapan CO_2 dapat menggunakan rumus yang mengacu pada penelitian Bismark et al. sebagaimana disebutkan dalam karya (Handoyo et al., 2020), yaitu:

$$S_{CO_2} = \frac{Mr. CO_2 \times Kc}{Ar. C}$$

Keterangan:

S_{CO_2} : Serapan CO_2 (Kg/m^2)

$Mr.CO_2$: Massa molekul relatif (44).

$Ar.C$: Masa atom relatif (12).

Kc : Kandungan karbon (Kg/m^2).

d. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah sebuah uji statistik yang digunakan untuk menilai sebaran data pada sebuah kelompok data atau variabel. Tujuan dari uji normalitas adalah untuk mengetahui sebaran data berdistribusi normal atau tidak berdistribusi normal (Sulewski, 2021). Salah satu jenis uji normalitas adalah Uji Liliefors, yaitu uji yang mengasumsikan bahwa parameter populasi seperti mean dan varians tidak diketahui dan harus diestimasi dari data sampel. Pada proses perhitungan, jika L_{hitung} lebih kecil dari pada L_{tabel} , maka data dapat disimpulkan data berdistribusi normal.

Namun jika L_{hitung} lebih besar dari L_{tabel} , maka data dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Uji ini cocok digunakan untuk sampel berukuran kecil maupun besar. Berikut adalah rumus uji Liliefors (Sulewski, 2021).

$$L_{hitung} = \max |F(x) - S(x)|$$

Keterangan:

L_{hitung} : Statistik uji liliefors

$F(x)$: Probabilitas kumulatif normal dari data

$S(x)$: Probabilitas kumulatif empiris dari data

e. Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas adalah uji yang bertujuan untuk mengetahui adanya keseragaman atau ketidakteraturan varian dari residual pada suatu model regresi linear. Residual adalah perbedaan antara nilai observasi dengan nilai prediksi. Uji heteroskedastisitas penting dilakukan karena jika asumsi heteroskedastisitas tidak terpenuhi, maka model regresi linear tidak valid (Tan et al., 2021). Salah satu jenis uji Heteroskedastisitas adalah Uji Glejser, yaitu sebuah uji yang dilakukan dengan meregresikan variabel-variabel bebas terhadap nilai absolut residualnya yang dapat menunjukkan ketidakteraturan varian dari residual pada suatu pengamatan ke pengamatan lainnya (Firdausya et al., 2023). Setelah dilakukan proses regresi terhadap nilai absolut residual, kemudian nilai *p-value* yang telah ditemukan akan dijadikan acuan. Jika nilai *p-value* lebih besar dari nilai signifikansi, maka dapat disimpulkan tidak adanya gejala heteroskedastisitas. Namun jika nilai *p-value* lebih kecil dari nilai signifikansi, maka dapat disimpulkan terjadinya gejala heteroskedastisitas. Berikut ini adalah rumus dari Uji Glejser (Firdausya et al., 2023).

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \epsilon_i$$

Keterangan:

- Y_i : Nilai absolut residual
 X_i : Variabel independen dari model regresi linear
 β_0 & β_1 : Parameter regresi
 ϵ_i : error acak

f. Uji Linieritas

Uji linieritas adalah uji untuk menentukan apakah dua variabel atau lebih yang diuji memiliki hubungan yang linear atau tidak secara signifikan. Uji Linieritas digunakan sebagai syarat untuk analisis korelasi atau regresi linier (Nashukha et al., 2014). Salah satu jenis uji Linieritas adalah Uji *Lack-of-fit*, yaitu uji yang menggunakan perbandingan varians dari error yang disebabkan oleh ketidaksesuaian model (*lack-of-fit*) dengan varians dari error yang disebabkan oleh variasi acak (*pure error*). Uji ini akan menghasilkan nilai F_{hitung} dan F_{tabel} yang dapat digunakan untuk menentukan signifikansi statistik dari *lack-of-fit*. Jika F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} , maka dapat disimpulkan model regresi linier tidak cocok dengan data. Jika F_{hitung} lebih kecil daripada F_{tabel} , maka model regresi linier cocok dengan data. Berikut ini adalah rumus untuk mencari F_{hitung} dari uji *Lack-of-fit* (Wellek, 2021).

$$F = \frac{MSLF}{MSPE}$$

Keterangan:

- F : Nilai statistik dari hasil hitung
 $MSLF$: *Mean square lack of fit*
 $MSPE$: *Mean square pure error*

g. Analisis Regresi Linear

Analisis regresi linier adalah metode statistik yang digunakan untuk mempelajari hubungan antara satu atau lebih variabel independen dengan variabel dependen (Guan et al., 2023). Variabel independen adalah variabel yang mempengaruhi atau menjadi penyebab utama perubahan variabel dependen. Sedangkan variabel

dependen adalah variabel yang dipengaruhi atau menjadi hasil dari adanya variabel independen (Guan et al., 2023). Analisis regresi linier dapat memodelkan hubungan antara dua variabel atau lebih dalam bentuk persamaan matematis yang disebut model regresi. Model regresi dapat digunakan untuk menguji hipotesis, memprediksi nilai variabel dependen dan menentukan seberapa besar pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Berikut ini adalah persamaan dari regresi linier (Montgomery et al., 2012).

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

- Y : Variabel dependen
- X : Variabel independen
- a : Konstanta atau intersep
- b : Koefisien regresi atau gradien

h. Uji Non Parametrik

Metode non-parametrik adalah sebuah teknik analisis statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis tanpa mengasumsikan distribusi tertentu pada data. Teknik ini digunakan ketika data tidak memenuhi syarat untuk uji parametrik, seperti ketika data tidak berdistribusi normal, berjenis ordinal atau nominal, atau memiliki ukuran sampel yang terlalu kecil (Quraisy et al., 2021).

1) Uji Rank Spearman

Uji ini digunakan untuk mengukur hubungan antara dua variabel yang berdata ordinal atau salah satu variabel berdata ordinal dan yang lainnya nominal maupun rasio. Uji ini tidak mensyaratkan data harus berdistribusi normal, melainkan hanya memerlukan fungsi monotonik antara kedua variabel. Uji ini juga dikenal dengan sebutan rank *order correlation* atau *rank difference correlation* (Ornstein et al., 2016). Uji ini

digunakan untuk mengetahui hubungan kerapatan mangrove dengan biomassa yang dihasilkan setiap plot.

$$\rho = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

Keterangan:

d_i : Selisih antara ranking variabel pertama dan kedua

n : Jumlah Observasi.

ρ : Nilai hubungan korelasi

Hasil dari uji Rank Spearman akan berada di antara -1 sampai 1. Nilai yang mendekati 1 menunjukkan hubungan positif yang kuat, sedangkan nilai yang mendekati -1 menunjukkan hubungan yang negatif yang kuat. Namun jika nilai yang mendekati 0 menunjukkan tidak adanya hubungan. Berikut adalah rumus dari uji rank spearman. Berikut adalah Tabel 3.2 yang menjelaskan sebaran kuart korelasi antara 2 variabel (Sugiyono, 2017).

Tabel 3.2 Hubungan Korelasi Rank Spearman

Nilai kekuatan korelasi	Keterangan
0,00 - 0,25	Hubungan Sangat Lemah
0,26 - 0,50	Hubungan Cukup
0,51 - 0,75	Hubungan Kuat
0,76 - 0,99	Hubungan Sangat Kuat

2) Uji Mann-Whitney

Uji Mann-Whitney adalah salah satu jenis analisis statistika non parametrik dengan menggunakan perbedaan rata-rata atau median antara dua kelompok data yang independen dan tidak berdistribusi normal. Uji ini membandingkan peringkat data dari kedua kelompok dan menghasilkan nilai U_{test} yang dibandingkan dengan nilai U_{tabel} . Uji ini digunakan untuk membandingkan jumlah biomassa

antar plot dari kedua spesies yang berbeda. Berikut ini adalah rumus dari Mann-Whitney (Rubarth et al., 2022).

$$U = n_1 \times n_2 + \frac{n_1 \times (n_1 + 1)}{2} - R_1$$

Keterangan:

- U : nilai Uji Mann-Whitney
- n_1 : jumlah sampel kelompok 1
- n_2 : jumlah sampel kelompok 2
- R_1 : jumlah peringkat total kelompok 1

3) Uji Kruskal-Wallis

Menurut Wahyuddin, et al. (2021), Uji Kruskal-Wallis adalah metode non-parametrik yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata antara 3 atau lebih kelompok yang independen dengan menggunakan peringkat data. Uji ini membandingkan peringkat data dari setiap kelompok dan menghasilkan nilai H_{test} yang dibandingkan dengan nilai *chi-square* tabel. Jika H_{test} lebih besar dari *chi-square* tabel, maka ada perbedaan yang signifikan antara kelompok data. Uji ini digunakan untuk membandingkan rata-rata biomassa dari setiap stasiun untuk setiap jenisnya. Berikut ini adalah rumus Uji kruskal-Wallis.

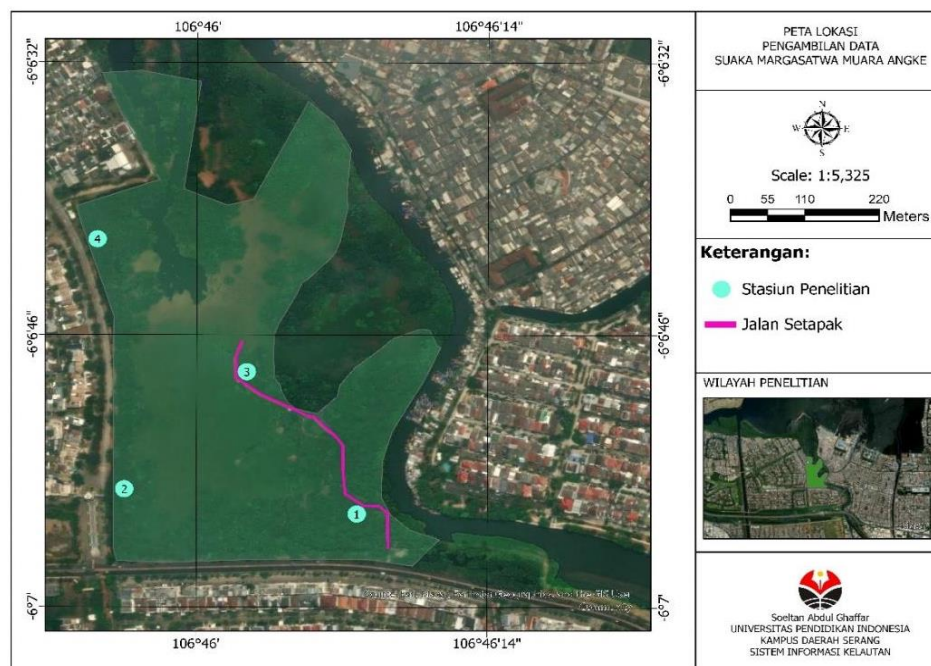
$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1)$$

Keterangan:

- H : nilai uji kruskal-wallis
- N : jumlah total data dari semua kelompok
- K : jumlah kelompok data
- R_i : jumlah peringkat data dari kelompok ke-i
- n_i : jumlah data dari kelompok ke-i

D. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan dengan rentang waktu dari bulan Desember 2023 hingga Februari 2024 di Suaka Margasatwa Muara Angke (Gambar 3.4). Pemilihan periode ini didasarkan pada waktu pasang surut air laut. Pada bulan Desember 2023, waktu pasang naik berkisar pada jam 10.00 – 11.00 WIB dan pasang surut berkisar pada jam 21.00 – 22.00 WIB. Sedangkan pada bulan Januari 2024, waktu pasang naik berkisar antara jam 09.00 – 10.00 WIB dan waktu pasang surut berkisar pada jam 19.00 – 20.00 WIB. Secara astronomis, kawasan ini berada pada $106^{\circ} 43'' - 106^{\circ} 48''$ BT dan $6^{\circ} 06'' - 6^{\circ} 10''$ LS.



Gambar 3.4 Lokasi Stasiun Penelitian

Penentuan lokasi stasiun pengamatan pada penelitian ini didasarkan beberapa sumber informasi yang terdiri dari hasil survei dan wawancara. Proses pengambilan keputusan untuk pemilihan stasiun diawali dengan survei eksploratif yang dilakukan oleh peneliti. Survei eksploratif bertujuan untuk memperoleh pemahaman awal tentang kondisi lingkungan sebelum dilakukannya pengambilan sampel. Kemudian dilanjutkan dengan

melakukan wawancara dan pencarian informasi kepada pengelola Suaka Margasatwa Muara Angke.

Berdasarkan analisis kedua sumber informasi, diputuskan untuk membagi stasiun penelitian menjadi empat bagian sesuai dengan yang tergambar pada Gambar 3.4, Setiap stasiun penelitian dipilih karena keberadaan dua jenis mangrove utama, yaitu *Sonneratia caseolaris* dan *Nypa fruticans*. Stasiun 1, terletak pada koordinat -6.1152 Bujur Timur dan 106.7687 Lintang Selatan, dipilih karena pohon *Sonneratia caseolaris* di lokasi ini memiliki ukuran yang besar dan usia yang diperkirakan cukup tua. Stasiun 2, dengan koordinat -6.1143 Bujur Timur dan 106.7657 Lintang Selatan, dipilih karena aksesibilitas yang baik serta keberadaan jumlah mangrove *Nypa fruticans* yang lebih dominan dibandingkan *Sonneratia caseolaris*. Stasiun 3, terletak pada koordinat -6.1134 Bujur Timur dan 106.7675 Lintang Selatan, dipilih karena posisinya yang terletak di tengah perairan dan kondisi lingkungan yang berbeda dari tiga stasiun lainnya. Stasiun 4, dengan koordinat -6.1113 Bujur Timur dan 106.7653 Lintang Selatan, dipilih karena lokasinya yang lebih dekat ke arah laut.

E. Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang dipakai pada studi ini digunakan untuk mengumpulkan data dari tempat penelitian. Semua peralatan dan bahan yang digunakan telah dipilih berdasarkan pertimbangan kualitas, keandalan, dan kebutuhan spesifik penelitian ini. Berikut beberapa peralatan dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian:

Tabel 3.3 Alat dan Bahan untuk pengambilan data

No	Alat atau Bahan	Kegunaan
1	Alat Tulis	Mencatat setiap hasil penelitian
2	GPS	Menentukan titik koordinat
3	Kamera	Media dokumentasi
4	Lembar Kerja	Media pencatatan
5	Tali Rafia	Membuat Plot

No	Alat atau Bahan	Kegunaan
6	Tongkat Kayu 1,3 meter	Alat Bantu mengukur DBH
7	Roll Meter	Mengukur luas stasiun
8	Refraktor	Mengukur Salinitas Air
9	pH meter	Mengukur tingkat keasaman air